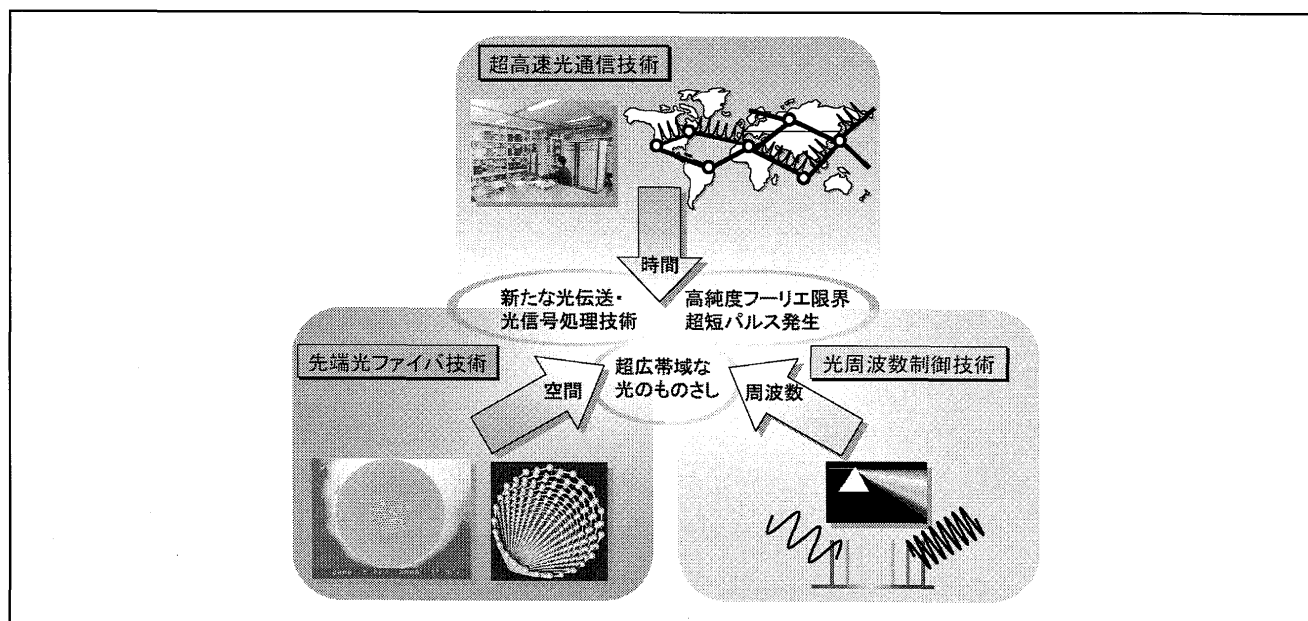


次世代超高速光通信技術に関する研究(1項 超高速光通信研究分野, 2節 ブロードバンド工学研究分野の目標と成果, 第3章 研究活動)

雑誌名	東北大学電気通信研究所研究活動報告
巻	14
ページ	20-22
発行年	2008-08
URL	http://hdl.handle.net/10097/40731

超高速光通信研究分野

次世代超高速光通信技術に関する研究



<分野の目標>

インターネットや携帯で扱われる情報が音声、静止画、動画と多彩になり、また利用者が広がるにつれ、快適なコミュニケーション環境を提供する大容量・超高速ネットワークの実現が大変重要になってきている。超高速光通信技術はそのネットワークを支える中核技術である。本研究分野では、光・量子エレクトロニクスと伝送工学を駆使して、超高速光通信の基盤となる超短光パルス発生・伝送技術、ソリトンを中心とする非線形波動技術、超高速レーザ技術、光信号処理技術の研究を行い、21世紀のグローバルな超高速光ネットワークの構築を目指している。

<2007年度の主な成果>

1. 超高速無歪み光伝送技術に関する研究

本研究分野では時間領域での光フーリエ変換(OFT: Optical Fourier Transformation)を利用した新たな超高速無歪み伝送の研究開発を行なっている。本年度はOFT法による波形歪み除去効果を実環境下で実証するために、JGNII光テストベッド(つくば一大手町、往復200km)を用いて160 Gbit/s 現場伝送実験を行なった。このような敷設ファイバではファイバ周辺における環境変動の影響により大きな偏波モード分散(PMD: Polarization Mode Dispersion)が生じ、これが伝送特性の大きな劣化要因となることを明らかにした。OFTにより高次PMDおよびその時間的な変動を補償することにより、1.5 dBの低いペナルティで200 kmのエラーフリー伝送に成功し、実環境におけるOFT法の有効性を明らかにした。

2. コヒーレント光 QAM 伝送技術に関する研究

本研究分野では周波数利用効率の向上を目指して、光の位相と振幅に同時に情報を乗せるコヒーレント QAM (Quadrature Amplitude Modulation)方式による光多値伝送技術に取り組んでいる。本年度は、IQ 変調器において LN 結晶内で生ずる音響波の共鳴を低減することにより、QAM の多値度をこれまでの 64 から 128 まで増大させることに成功した。さらに偏波多重方式ならびにナイキストフィルタによる帯域狭窄化を用いることにより、シンボルレート 1 Gsymbol/s で 14 Gbit/s の伝送速度を実現し、160 km のエラーフリー伝送に成功した。この 14 Gbit/s の信号を 1.4 GHz の帯域で復調することにより、単一チャネルにおいて 10 bit/s/Hz の周波数利用効率を世界で初めて実現している。

3. 超高速光パルス発生・制御技術に関する研究

モード同期ファイバレーザの高純度かつ狭線幅な縦モードスペクトルは“光のものさし”として用いることができるため、光通信だけでなく光標準・計測分野への幅広い応用が期待されている。本研究分野では GHz 帯モード同期ファイバレーザをマイクロ波発振器とした新たな構成の Cs 原子発振器 (Cs 原子光時計) の開発に取り組んでいる。本年度は、JGN II 光テストベッドを用いて、我々が作製した Cs 光時計の出力光パルス (高安定クロック信号) の 200 km 光配信現場実験を行なった。その結果、光ファイバ伝送路における偏波モード分散がジッタの増大および周波数安定度の劣化をもたらす大きな問題点であることを明らかにした。200 km 伝送後、ジッタは約 0.6 ps 増大し、その周波数安定度は 1×10^{-12} から 5×10^{-12} に劣化することが観測された。

4. フォトニック結晶ファイバとその応用に関する研究

フォトニック結晶ファイバ(PCF: Photonic Crystal Fiber)は断面内に空孔を周期的に配置した光ファイバである。空孔の大きさや配置を適切に設定することによって、従来のファイバでは得られない数々の興味深い光学特性を実現することができる。本研究分野では、PCF の開発やその光通信への応用に関しても精力的に研究を進めている。本年度は、低分散 PCF と VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting Laser)の直接変調を組み合わせることにより、850 nm 帯における小型かつ高安定な光マイクロ波発振器を実現した。遅延用光ファイバとして 200 m の PCF を用いることにより、850 nm 帯において繰り返し 10 GHz、パルス幅 17 ps の短光パルスならびに時間ジッタが 1.2 ps の 10 GHz 高純度マイクロ波を同時に発生させることに成功した。

<職員名>

教 授 中沢 正隆 (2001 年より)

准教授 廣岡 俊彦 (2007 年より)

助 教 吉田 真人

秘 書 篠崎 頼子

＜教授のプロフィール＞

1952 年山梨県生まれ。1980 年東京工業大学大学院総合理工学研究科博士課程修了（工学博士）。同年日本電信電話公社入社、茨城電気通信研究所。光ファイバ中の非線形光学効果、ソリトン通信、フェムト秒パルスレーザ、光ファイバ増幅器の研究に従事。1984～1985 年 MIT 客員研究員。1989 年グループリーダー、1994～1998 年特別研究員、1999 年より NTT R&D フェロー、1999～2000 年東北大学電気通信研究所客員教授。2001 年 4 月より東北大学電気通信研究所教授。1989 年 11 月 OITDA 桜井健二郎記念賞、1990 年 10 月英国 IEE, Electronics Letters Premium Award、1997 年 4 月科学技術庁長官賞（研究功績者賞）、2002 年電子情報通信学会猪瀬賞、IEEE Daniel E. Noble Award、科学技術振興事業団井上賞、服部報公会報公賞、2005 年 OSA R. W. Wood Prize、2006 年 Thomson Scientific Laureate など受賞。IEEE、OSA および電子情報通信学会フェロー。2005 年度電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ会長。

＜2007 年度の主な発表論文等＞

- [1] Y. Oikawa, H. Hasegawa, K. Suzuki, Y. Inoue, T. Hirooka, and M. Nakazawa, "4x10 Gb/s WDM transmission over a 5-km-long photonic crystal fiber in the 800-nm region," IEEE Photon. Technol. Lett., vol. 19, no. 8, pp. 613-615, April (2007).
- [2] J. Hongo, K. Kasai, M. Yoshida, and M. Nakazawa, "1-Gsymbol/s 64-QAM coherent optical transmission over 150 km," IEEE Photon. Technol. Lett., vol. 19, no. 9, pp. 638-640, May (2007).
- [3] T. Hirayama, M. Yoshida, M. Nakazawa, K. Hagimoto, and T. Ikegami, "Mode-locked laser-type optical atomic clock with an optically pumped Cs gas cell," Opt. Lett., vol. 32, no. 10, pp. 1241-1243, May (2007).
- [4] H. Hasegawa, Y. Oikawa, T. Hirooka, and M. Nakazawa, "40 Gbit/s-2 km photonic crystal fiber transmission with 850 nm singlemode VCSEL," Electron. Lett., vol. 43, no. 11, pp. 642-644, May (2007).
- [5] M. Yoshida, T. Hirayama, M. Nakazawa, K. Hagimoto, and T. Ikegami, "Regeneratively mode-locked fiber laser with a repetition rate stability of 4.9×10^{-15} using a hydrogen maser phase-locked loop," Opt. Lett., vol. 32, no. 13, pp. 1827-1829, July (2007).
- [6] M. Yoshida, K. Kasai, and M. Nakazawa, "Mode-hop-free, optical frequency tunable 40 GHz mode-locked fiber laser," IEEE J. Quantum Electron., vol. 43, no. 8, pp. 704-708, August (2007).
- [7] A. Suzuki, Y. Takahashi, M. Yoshida, and M. Nakazawa, "An ultralow noise and narrow linewidth $\lambda/4$ -shifted DFB Er-doped fiber laser with a ring cavity configuration," IEEE Photon. Technol. Lett., vol. 19, no. 19, pp. 1463-1465, October (2007).
- [8] 中沢正隆, 廣岡俊彦, 吉田真人, "光コムによる標準信号のファイバ伝送," レーザー研究, vol. 35, no. 10, pp. 649-653, October (2007).
- [9] M. Yoshida, A. Ono, and M. Nakazawa, "10 GHz regeneratively mode-locked semiconductor optical amplifier fiber ring laser and its linewidth characteristics," Opt. Lett., vol. 32, no. 24, pp. 3513-3515, December (2007).
- [10] M. Yoshida, H. Goto, K. Kasai, and M. Nakazawa, "64 and 128 coherent QAM optical transmission over 150 km using frequency-stabilized laser and heterodyne PLL detection," Opt. Express, vol. 16, no. 2, pp. 829-840, January (2008).